

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-252228

(43)Date of publication of application : 10.09.2003

(51)Int.Cl.

B62D 6/00
 B62D 5/04
 // B62D101:00
 B62D113:00
 B62D119:00

(21)Application number : 2002-058606

(71)Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC CORP

(22)Date of filing : 05.03.2002

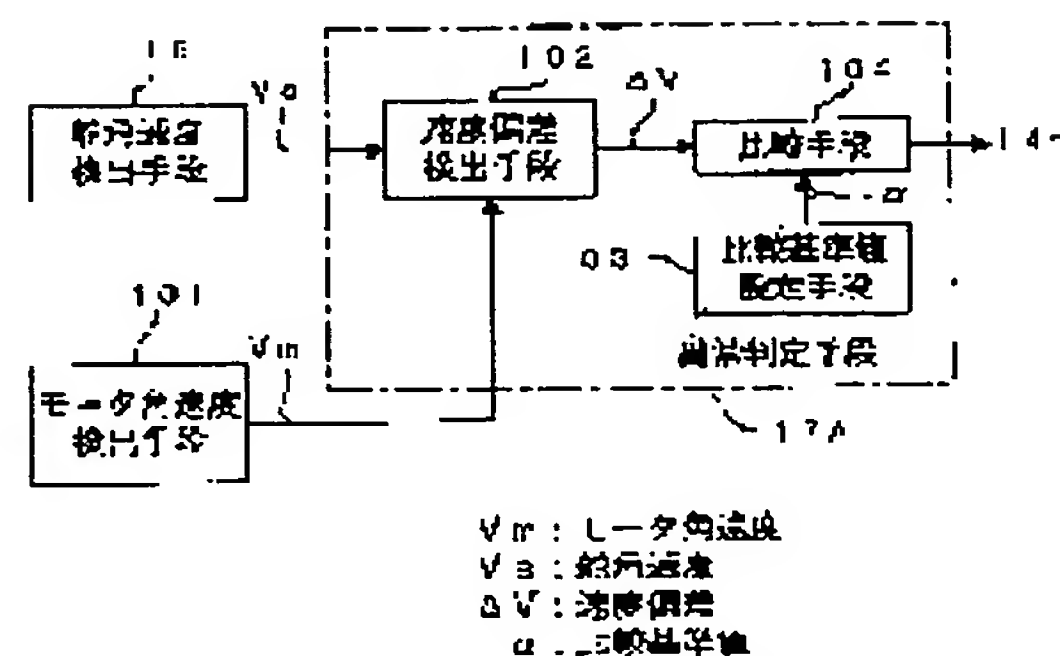
(72)Inventor : KIMURA KAZUJI
 MIURA KAZUNOBU
 OTAGAKI SHIGEKI

(54) ELECTRIC POWER STEERING CONTROL DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an electric power steering control device capable of easily and accurately determining the abnormality of a steering angle information detection means by using only parameters directly reflecting the actual rotating operation of a steering mechanism.

SOLUTION: This electric power steering control device comprises a steer angle information detection means 16 detecting the steer angle information V_s of the steering mechanism, a controller generating a motor current according to the steer angle information and the magnitude and direction of a steering torque, an electric motor mechanically connected to the steering mechanism to generate a steering assist torque according to the motor current in the steering wheel, a motor rotation information detection means 101 detecting the rotation information V_m of the electric motor, and an abnormality determination means 17A determining that the steer angle information detection means 16 is abnormal when a deviation ΔV between motor rotation information V_m and steer angle information V_s shows a standard reference value α or higher.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

05.03.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3660635

[Date of registration]

25.03.2005

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The steering device in which a wheel is steered in response to the steering torque of a steering wheel, A rudder angle information detection means to detect the rudder angle information on said steering device, and a torque detection means to detect the steering torque of said steering device, The controller which generates the motor current according to the magnitude and the direction of said rudder angle information and said steering torque, The electric motor which it is mechanically connected [electric motor] to said steering device, and makes said steering wheel generate the steering auxiliary torque according to said motor current, The electric power-steering control unit characterized by having a motor rotation information detection means to detect the rotation information on said electric motor, and an abnormality judging means to judge with said rudder angle information detection means being unusual when the deflection of said motor rotation information and said rudder angle information shows beyond a comparison reference value.

[Claim 2] Said rudder angle information detection means includes a rudder angle speed detection means to detect the rudder angle rate of said steering device. Said motor rotation information detection means A motor angular-velocity detection means to detect the motor angular velocity of said electric motor is included. Said abnormality judging means The electric power-steering control unit according to claim 1 characterized by judging with said rudder angle speed detection means being unusual when the velocity error of said motor angular velocity and said rudder angle rate shows beyond a comparison reference value.

[Claim 3] Said rudder angle speed detection means is an electric power-steering control unit according to claim 2 characterized by detecting said rudder angle rate by carrying out differential processing of said rudder angle including a rudder angle detection means by which said rudder angle information detection means detects the rudder angle of said steering device.

[Claim 4] Said rudder angle information detection means includes a rudder angle detection means to detect the rudder angle of said steering device. Said motor rotation information detection means A motor angle-of-rotation detection means to detect motor angle of rotation of said electric motor is included. Said abnormality judging means An electric power-steering control unit given in any 1 term from claim 1 characterized by judging with said rudder angle detection means being unusual when the include-angle deflection of said motor angle of rotation and said rudder angle shows beyond a comparison reference value to claim 3.

[Claim 5] Said rudder angle detection means is an electric power-steering control unit according to claim 4 characterized by detecting said rudder angle by carrying out integral processing of said rudder angle rate including a rudder angle speed detection means by which said rudder angle information detection means detects the rudder angle rate of said steering device.

[Claim 6] Said controller is an electric power-steering control unit given in any 1 term from claim 1 characterized by forbidding immediately use of said rudder angle information over control of said motor current when it judges that said rudder angle information detection means is unusual with said abnormality judging means including a rudder angle information disable means to claim 5.

[Claim 7] Said controller includes a rudder angle information storage means to always memorize said rudder angle information. When it judges that said rudder angle information detection means is unusual with said abnormality judging means, while using rudder angle information for control of said motor current last time

which was memorized just before an abnormality judging was carried out An electric power-steering control unit given in any 1 term from claim 1 characterized by having decreased rudder angle information gradually last time [said], and decreasing gradually the effect of control on said motor current to claim 5.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the electric power-steering control unit which detected the abnormalities of a rudder angle information detection means certainly, and raised the control dependability of an electric motor especially about the electric power-steering control unit which generates the motor current for auxiliary torque generating based on the rudder angle information and steering torque of power steering.

[0002]

[Description of the Prior Art] Drawing 12 is the block block diagram showing the conventional electric power-steering control device indicated by JP,4-2173,A.

[0003] In drawing 12, electric power is supplied through direct or an ignition switch 2 by the controller 10 which carries out drive control of the electric motor 7 from the mounted dc-battery 1. The steering device 3 interlocked with the handle of a car (not shown) has the steering wheel of a handle and one, and steers a wheel by the steering torque T_s of a steering wheel.

[0004] The torque sensor 4 which generates the detecting signal corresponding to the steering torque T_s operated by the operator, and the rudder angle sensor 5 which generates the detecting signal corresponding to rudder angle θ are formed in the steering device 3.

[0005] The speed sensor 6 which generates the detecting signal corresponding to the vehicle speed V_o is formed in the car. The detecting signal (it corresponds to rudder angle θ of the vehicle speed V_o and the steering device 3 and the steering torque T_s) of each sensors 4-6 is inputted into the controller 10, and a controller 10 carries out conduction of the motor current i_m according to the magnitude and the direction of a rudder angle and the steering torque T_s to an electric motor 7, and drives an electric motor 7.

[0006] The electric motor 7 is mechanically connected to the steering device 3, and a steering wheel is made to generate the steering auxiliary torque T_a according to the motor current i_m supplied from a controller 10.

[0007] The controller 10 is equipped with a power circuit 11, an interface 12, a control section 13, the motorised circuit 18, the motor current detection means 19, the relay drive circuit 20, and the fail relay 21.

[0008] It connects with the dc-battery 1 through the ignition switch 2, and a power circuit 11 supplies electric power to a control section 13 at the time of ON actuation of an ignition switch 2. An interface 12 incorporates the detecting signal of each sensors 4-6, and inputs it into a control section 13.

[0009] The control section 13 is equipped with the control-force auxiliary control means 14, the rudder angle detection means 15, the rudder angle speed detection means 16, and the abnormality judging means 17 in order to control an electric motor 7.

[0010] The motorised circuit 18 supplies the motor current i_m to an electric motor 7 under control of a control section 13. The motor current detection means 19 detects the motor current i_m supplied to an electric motor 7.

[0011] A relay drive circuit 20 drives the fail relay 21 at the time of the abnormality judging by the control section 13. Electric power is supplied to the fail relay 21 from a dc-battery 1, and it stops the motorised circuit 18 following a relay drive circuit 20.

[0012] The rudder angle detection means 15 in a control section 13 detects rudder angle θ of the

steering device 3 based on the detecting signal from the rudder angle sensor 5, and inputs it into the control-force auxiliary control means 14, the rudder angle speed detection means 16, and the abnormality judging means 17 by making rudder angle thetas into rudder angle information.

[0013] The rudder angle speed detection means 16 detects the rudder angle rate V_s based on the time amount rate of change of rudder angle thetas, and inputs it into the control-force auxiliary control means 14 and the abnormality judging means 17 by making the rudder angle rate V_s into rudder angle information.

[0014] The abnormality judging means 17 inputs into the control-force auxiliary control means 14 the abnormality judging signal which shows that the rudder angle detection means 15 or the rudder angle speed detection means 16 containing the rudder angle sensor 5 is failure, when rudder angle thetas or the rudder angle rate V_s shows outlying observation (maximum allowed value θ_{\max} and V_{\max} were exceeded).

[0015] In drawing 12, the case where detect rudder angle thetas and the rudder angle rate V_s as rudder angle information on the steering device 3, and the motor current i_m is detected as rotation information on an electric motor 7 is shown.

[0016] The abnormality judging means 17 in a control section 13 judges the failed state of the rudder angle detection means 15 or the rudder angle speed detection means 16, when rudder angle thetas and the rudder angle rate V_s are measured with maximum allowed value θ_{\max} and V_{\max} according to the vehicle speed V_o , respectively and rudder angle thetas exceeds maximum allowed value θ_{\max} , or when the rudder angle rate V_s exceeds the maximum allowed value V_{\max} .

[0017] Moreover, the abnormality judging means 17 performs an abnormality judging for the case where rudder angle thetas is not changed etc., as an abnormal condition, in spite of changing the steering torque T_s by steering actuation.

[0018]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Since the conventional electric power-steering control unit used the parameter (vehicle speed V_o and steering torque T_s) which is not reflecting actual rotation actuation of the steering device 3 directly as mentioned above as abnormality criteria of the rudder angle detection means 15 or the rudder angle speed detection means 16, it had the trouble that the conditioning of an abnormality judging was very difficult and could not carry out an abnormality judging with high precision.

[0019] When abnormalities occur for a rudder angle detection means or a rudder angle speed detection means by not having been made in order that this invention might solve the above troubles, and using only the parameter which reflected actual rotation actuation of a steering device directly, without using the vehicle speed and steering torque for abnormality criteria, it aims at obtaining the electric power-steering control unit which can carry out an abnormality judging simply and with high precision.

[0020]

[Means for Solving the Problem] The electric power-steering control unit concerning this invention The steering device in which a wheel is steered in response to the steering torque of a steering wheel, A rudder angle information detection means to detect the rudder angle information on a steering device, and a torque detection means to detect the steering torque of a steering device, The controller which generates the motor current according to the magnitude and the direction of rudder angle information and steering torque, The electric motor which it is mechanically connected [electric motor] to a steering device and makes a steering wheel generate the steering auxiliary torque according to a motor current, It has a motor rotation information detection means to detect the rotation information on an electric motor, and an abnormality judging means to judge with a rudder angle information detection means being unusual when the deflection of motor rotation information and rudder angle information shows beyond a comparison reference value.

[0021] Moreover, including a rudder angle speed detection means by which the rudder angle information detection means of the electric power-steering control unit concerning this invention detects the rudder angle rate of a steering device, including a motor angular-velocity detection means by which a motor rotation information detection means detects the motor angular velocity of an electric motor, when, as for an abnormality judging means, the velocity error of motor angular velocity and a rudder angle rate shows beyond a comparison reference value, it judges with a rudder angle speed detection means being unusual.

[0022] Moreover, a rudder angle speed detection means detects a rudder angle rate by carrying out differential processing of the rudder angle including a rudder angle detection means by which the rudder angle information detection means of the electric power-steering control unit concerning this invention

detects the rudder angle of a steering device.

[0023] Moreover, including a rudder angle detection means by which the rudder angle information detection means of the electric power-steering control unit concerning this invention detects the rudder angle of a steering device, including a motor angle-of-rotation detection means by which a motor rotation information detection means detects motor angle of rotation of an electric motor, when, as for an abnormality judging means, the include-angle deflection of motor angle of rotation and a rudder angle shows beyond a comparison reference value, it judges with a rudder angle detection means being unusual.

[0024] Moreover, a rudder angle detection means detects a rudder angle by carrying out integral processing of the rudder angle rate including a rudder angle information detection means by which the rudder angle information detection means of the electric power-steering control unit concerning this invention detects the rudder angle rate of a steering device.

[0025] Moreover, the controller of the electric power-steering control unit concerning this invention forbids immediately use of the rudder angle information over control of a motor current, when it judges that a rudder angle information detection means is unusual with an abnormality judging means including a rudder angle information disable means.

[0026] Moreover, the controller of the electric power-steering control unit concerning this invention decreases rudder-angle information gradually last time, and decreases the effect of control on a motor current gradually while it uses rudder-angle information for control of a motor current last time which was memorized just before an abnormality judging was carried out, when it judges that a rudder-angle information detection means is unusual with an abnormality judging means including a rudder-angle information-storage means always memorize rudder-angle information.

[0027]

[Embodiment of the Invention] The gestalt 1 of implementation of this invention is explained to a detail below gestalt 1. of operation, referring to a drawing. Drawing 1 is the block block diagram showing abnormality judging means 17A by the gestalt 1 of implementation of this invention.

[0028] In drawing 1, about the same thing as the above-mentioned (refer to drawing 12), the same sign is attached, or "A" is attached after a sign, and a detailed explanation is omitted. Again. The configuration which is not illustrated is as having been shown in drawing 12.

[0029] The rudder angle speed detection means 16 detects the rudder angle rate V_s when steering the steering wheel within the steering device 3 like the above-mentioned. The motor angular-velocity detection means 101 detects the motor angular velocity V_m as rotation information on an electric motor 7.

[0030] In this case, abnormality judging means 17A performs the abnormality judging of the rudder angle speed detection means 16 based on the rudder angle information on the steering device 3, and the rotation information on an electric motor 7.

[0031] That is, abnormality judging means 17A judges the abnormal condition of the rudder angle speed detection means 16 by measuring the rudder angle rate V_s from the rudder angle speed detection means 16, and the motor angular velocity V_m from the motor angular-velocity detection means 101.

[0032] Abnormality judging means 17A is equipped with the velocity-error detection means 102, the comparison reference-value setting means 103, and the comparison means 104. The velocity-error detection means 102 detects velocity-error $\Delta V (=|V_s - V_m|)$ of the rudder angle rate V_s and the motor angular velocity V_m .

[0033] The comparison reference-value setting means 103 sets up the comparison reference value α for an abnormality judging over velocity-error ΔV . The comparison means 104 outputs the abnormality judging signal which shows that the rudder angle speed detection means 16 is unusual to the control-force auxiliary control means 14, when comparing velocity-error ΔV with the comparison reference value α and filling the relation of $\Delta V \geq \alpha$.

[0034] Drawing 2 is the block diagram showing the example of a concrete configuration of the motor angular-velocity detection means 101. In drawing 2, in order to detect the motor angular velocity V_m as rotation information on an electric motor 7, the motor applied voltage E_m from the motor applied-voltage detection means 105 and the motor current i_m from the motor current detection means 19 are used for the motor angular-velocity detection means 101.

[0035] The motor applied-voltage detection means 105 can detect the motor applied voltage E_m from the controlled variable of the motorised circuit 18 (refer to drawing 12) like the motor current detection means 19.

[0036] For example, when a DC motor is used as an electric motor 7, it is a well-known fact that the motor angular velocity V_m is called for like drawing 2 using the motor current i_m and the motor applied voltage E_m which are supplied to an electric motor 7.

[0037] Next, the processing actuation by the gestalt 1 of implementation of this invention shown in drawing 1 and drawing 2 is explained to a detail, referring to the flow chart of drawing 3 with drawing 12. In drawing 3, first, the rudder angle speed detection means 16 detects the rudder angle rate V_s based on rudder angle θ_s (step S1), and the motor angular-velocity detection means 101 detects the motor angular velocity V_m based on the motor applied voltage E_m and the motor current i_m (step S2).

[0038] Then, the velocity-error detection means 102 in abnormality judging means 17A asks for velocity-error $\Delta V (= |V_s - V_m|)$ of the rudder angle rate V_s and the motor angular velocity V_m (step S3), and the comparison means 104 judges whether velocity-error ΔV is beyond the predetermined comparison reference value α (step S4).

[0039] If judged with $\Delta V \geq \alpha$ (namely, YES), the rudder angle speed detection means 16 will consider that it is unusual, will set the abnormality judging flag FV to "1", will perform processing at the time of abnormalities (step S5), and will end the manipulation routine of drawing 3.

[0040] On the other hand, if judged with $\Delta V < \alpha$ (namely, NO), since it will not be an abnormal condition in step S4, the abnormality judging flag FV is cleared to "0", and the manipulation routine of drawing 3 is ended.

[0041] Thus, by carrying out an abnormality judging using the motor angular velocity V_m which reflected correctly the rudder angle rate V_s of the steering device 3, it can detect correctly that the rudder angle rate V_s detected with the rudder angle speed detection means 16 is outlying observation (abnormalities have occurred for the rudder angle speed detection means 16), and it can be coped with quickly.

[0042] With the gestalt 1 of gestalt 2. of operation, in addition the above-mentioned implementation, although the motor angular velocity V_m was used as motor rotation information, using the rudder angle rate V_s as rudder angle information, motor angle-of-rotation θ_{tm} may be used as motor rotation information, using rudder angle θ_s as rudder angle information.

[0043] Drawing 4 is the block diagram showing abnormality judging means 17B by the gestalt 2 of operation and its circumference configuration of this invention using rudder angle θ_s and motor angle-of-rotation θ_{tm} as a parameter for an abnormality judging.

[0044] In drawing 4, about the same thing as the above-mentioned (refer to drawing 12 and drawing 1), the same sign is attached, or "B" is attached after a sign, and a detailed explanation is omitted. Again. The configuration which is not illustrated is as having been shown in drawing 12.

[0045] The rudder angle detection means 15 detects rudder angle θ_s when steering the steering wheel within the steering device 3 like the above-mentioned. The motor angle-of-rotation detection means 201 detects motor angle-of-rotation θ_{tm} as rotation information on an electric motor 7.

[0046] In this case, abnormality judging means 17B judges the abnormal condition of the rudder angle detection means 15 by comparing rudder angle θ_s from the rudder angle detection means 15 with motor angle-of-rotation θ_{tm} from the motor angle-of-rotation detection means 201.

[0047] Abnormality judging means 17B is equipped with include-angle deviation detection means 102B, comparison reference-value setting means 103B, and comparison means 104B. Include-angle deviation detection means 102B detects include-angle deflection $\Delta \theta (= |\theta_s - \theta_{tm}|)$ of rudder angle θ_s and motor angle-of-rotation θ_{tm} .

[0048] Comparison reference-value setting means 103B sets up the comparison reference value β for an abnormality judging over include-angle deflection $\Delta \theta$. Comparison means 104B outputs the abnormality judging signal which shows that the rudder angle detection means 15 is unusual to the control-force auxiliary control means 14, when comparing include-angle deflection $\Delta \theta$ with the comparison reference value β and filling the relation of $\Delta \theta \geq \beta$.

[0049] Next, the processing actuation by the gestalt 2 of implementation of this invention shown in drawing 4 is explained to a detail, referring to the flow chart of drawing 5 with drawing 12. In drawing 5, it is only that the parameters which steps S11-S16 are equivalent to steps S1-S6 of the above-mentioned (refer to drawing 3), and are used for processing differ.

[0050] First, the rudder angle detection means 15 incorporates a rudder angle signal from the rudder angle sensor 5, rudder angle θ_s is detected (step S11), and the motor angle-of-rotation detection means 201 detects motor angle-of-rotation θ_{tm} (step S12).

[0051] Then, include-angle deviation detection means 102B in abnormality judging means 17B asks for include-angle deflection $\Delta\theta$ ($=|\theta_s - \theta_m|$) of rudder angle θ_s and motor angle-of-rotation θ_m (step S13), and comparison means 104B judges whether include-angle deflection $\Delta\theta$ is beyond the predetermined comparison reference value β (step S14).

[0052] If judged with $\Delta\theta \geq \beta$ (namely, YES), the rudder angle detection means 15 will consider that it is unusual, will set abnormality judging flag F_{θ} to "1", will perform processing at the time of abnormalities (step S15), and will end the manipulation routine of drawing 5.

[0053] On the other hand, if judged with $\Delta\theta < \beta$ (namely, NO), since it will not be an abnormal condition in step S14, abnormality judging flag F_{θ} is cleared to "0", and the manipulation routine of drawing 5 is ended.

[0054] Thus, by carrying out an abnormality judging using motor angle-of-rotation θ_m which reflected rudder angle θ_s of the steering device 3 correctly, it can detect correctly that rudder angle θ_s detected with the rudder angle detection means 15 is outlying observation (abnormalities have occurred for the rudder angle detection means 15), and it can be coped with quickly.

[0055] The control of the electric motor 7 which used rudder angle information at the time of an abnormality judging although reference was not concretely made about the processing at the time of an abnormality judging with the gestalten 1 and 2 of the above-mentioned implementation which is gestalt 3. of operation may be forbidden immediately.

[0056] Drawing 6 and drawing 7 are flow charts which show the processing actuation by the gestalt 3 of implementation of this invention that forbade use of rudder angle information immediately at the time of an abnormality judging. When rudder angle information of drawing 6 is the rudder angle rate V_s , drawing 7 shows the case where rudder angle information is rudder angle θ_s , respectively.

[0057] In this case, the control-force auxiliary control means 14 (refer to drawing 12) in a controller 10 forbids immediately use of the rudder angle information over control of the motor current i_m , when it judges that a rudder angle information detection means (the rudder angle speed detection means 16 or rudder angle detection means 15) is unusual with the abnormality judging means 17A or 17B including a rudder angle information disable means.

[0058] That is, when the abnormality judging flag F_V is set to "1" by the abnormality judging processing step S5 of the above-mentioned (refer to drawing 3), prohibition processing of drawing 6 is performed, and when abnormality judging flag F_{θ} is set to "1" by the abnormality judging processing step S15 of the above-mentioned (refer to drawing 5), prohibition processing of drawing 7 is performed.

[0059] In drawing 6, the control-force auxiliary control means 14 first judges whether the abnormality judging flag F_V is set to "1" by abnormality judging means 17A (refer to drawing 1) (step S21).

[0060] If judged with $F_V=1$ (namely, YES), since the abnormalities of the rudder angle speed detection means 16 are detected, the rudder angle speed-control value V_c is immediately set as 0 [deg/s], use of the rudder angle rate V_s is forbidden (step S22), and the manipulation routine of drawing 6 is ended.

[0061] On the other hand, if judged with $F_V=0$ (namely, NO), since the rudder angle speed detection means 16 will be a normal state in step S21, the manipulation routine of drawing 6 is ended, without performing the control prohibition step S22.

[0062] Thus, when the abnormalities of the rudder angle speed detection means 16 are judged, it can control by forbidding immediately the use to the control value V_c of the rudder angle rate V_s , without being influenced of failure.

[0063] Similarly, when rudder angle θ_s is used as rudder angle information, in drawing 7, it judges whether abnormality judging flag F_{θ} is set to "1" by abnormality judging means 17B (refer to drawing 4) (step S31).

[0064] If judged with $F_{\theta}=1$ (namely, YES), since the abnormalities of the rudder angle detection means 15 are detected, rudder angle control value θ_{ac} is immediately set as 0 [deg], use of rudder angle θ_s is forbidden (step S32), and the manipulation routine of drawing 7 is ended.

[0065] On the other hand, if judged with $F_{\theta}=0$ (namely, NO), since the rudder angle detection means 15 will be a normal state in step S31, the manipulation routine of drawing 7 is ended, without performing the control prohibition step S32.

[0066] Thus, when the abnormalities of the rudder angle detection means 15 are judged, it can control by forbidding immediately the use to control value θ_{ac} of rudder angle θ_s , without being influenced of failure.

[0067] Therefore, also when rudder angle information is any of the rudder angle rate V_s or rudder angle θ , the outlying observation from a rudder angle information detection means is not reflected in control at the time of an abnormality judging, and the control dependability of an electric motor 7 is not spoiled.

[0068] The control value which is gestalt 4. of operation although the control value V_c or θ_{ac} was immediately set as 0 and use of rudder angle information was forbidden with the gestalt 3 of the above-mentioned implementation at the time of an abnormality judging, just before an abnormality judging is carried out is memorized, a control value may be used last time immediately after an abnormality judging, and the control value V_c or θ_{ac} may be gradually decreased from a control value to 0 last time.

[0069] Drawing 8 and drawing 9 are flow charts which show the processing actuation by the gestalt 4 of implementation of this invention that decreased the control value to 0 gradually last time using the control value at the time of an abnormality judging. When rudder angle information of drawing 8 is the rudder angle rate V_s , drawing 9 shows the case where rudder angle information is rudder angle θ , respectively, and steps S21 and S31 are the same processings as the above-mentioned (refer to drawing 6 and drawing 7) in each drawing.

[0070] In this case, the control-force auxiliary control means 14 (refer to drawing 12) in a controller 10 When it judges that a rudder angle information detection means (the rudder angle speed detection means 16 or rudder angle detection means 15) is unusual with the abnormality judging means 17A or 17B including a rudder angle information storage means to always memorize rudder angle information While using rudder angle information for control of the motor current i_m last time which was memorized just before an abnormality judging was carried out, the motor current i_m is controlled using the value which decreased rudder angle information to 0 gradually last time.

[0071] That is, rudder angle information (control value) used for control is not immediately set as "0" like the gestalt 3 of the above-mentioned implementation (prohibition), but the data of the lifetime from abnormalities are used, and effect of failure is influenced and carried out gradually.

[0072] In drawing 8, if it judges first whether the abnormality judging flag FV is set to "1" (step S21) and is judged with FV=1 (namely, YES), since the abnormalities of the rudder angle speed detection means 16 are detected, the control value V_c of the rudder angle rate V_s is set up like the following formulas (1) (step S41).

[0073] $V_c = |V_M| - V_a \dots (1)$

[0074] However, in a formula (1), the control value V_M was remembered to be last time, and V_a are the predetermined values for dwindling the control value V_c . Moreover, since the control value V_c is a value which can be found by the absolute value operation so that clearly from a formula (1), $V_c \geq 0$ is given as an operation condition and subtraction processing of the control value V_c is clipped by "0."

[0075] Next, the sign of the hand of cut of an electric motor 7 is added to the control value V_c (step S42), and the motor current i_m is supplied to an electric motor 7 through the motorised circuit 18 (refer to drawing 12).

[0076] At the last, updating registration of the present control value V_c is carried out as last control value V_M (step S43), and the manipulation routine of drawing 8 is ended. On the other hand, if judged with FV=0 (namely, NO), since the rudder angle speed detection means 16 will be an all seems well in step S21, without performing steps S41 and S42, the updating step S43 of the control value V_M is performed last time immediately, and the manipulation routine of drawing 8 is ended.

[0077] Since the value which subtracted the predetermined value V_a from the control value V_M further last time which was already subtracted is used as a control value V_c when performing the manipulation routine of next drawing 8 at the time of an abnormality judging, it will decrease gradually until the control value V_c amounts to "0."

[0078] Thus, when the rudder angle rate V_s becomes outlying observation by using the value which subtracted the predetermined value V_a from the control value V_M memorized last time as a next control value V_M when the abnormality judging flag FV is set to "1" (at the time of an abnormal occurrence), effect of failure can be influenced and carried out gradually, and the control shock immediately after malfunction detection can be mitigated.

[0079] Similarly, when rudder angle θ is used as rudder angle information In drawing 9, if it judges (step S31) and is judged with $F_{\theta}=1$ (namely, YES), since the abnormalities of the rudder angle detection means 15 are detected, whether abnormality judging flag F_{θ} is set to "1" Control value θ_{ac} of rudder angle θ is set up like the following formulas (2) (step S51).

[0080] $\text{thetac} = |\text{thetaM}| - \text{thetaa} \dots (2)$

[0081] However, in a formula (2), the control value and thetaa thetaM was remembered to be last time are a predetermined value for dwindling control value thetac . Moreover, since control value thetac is the value which can be found by the absolute value operation so that clearly from a formula (2), $\text{thetac} \geq 0$ is given as an operation condition and subtraction processing of control value thetac is clipped by "0."

[0082] Next, the sign of the hand of cut of an electric motor 7 is added to control value thetac (step S52), and the motor current im is supplied to an electric motor 7 through the motorised circuit 18.

[0083] At the last, updating registration of the present control value thetac is carried out as last control value thetaM (step S53), and the manipulation routine of drawing 9 is ended.

[0084] On the other hand, if judged with $\text{thetaV} = 0$ (namely, NO), since the rudder angle detection means 15 will be an all seems well in step S31, without performing steps S51 and S52, the updating step S53 of control value thetaM is performed last time immediately, and the manipulation routine of drawing 9 is ended.

[0085] Thus, when abnormality judging flag thetaV is set to "1" (at the time of an abnormal occurrence), by using the value which subtracted predetermined value thetaa from control value thetaM last time as a next control value VM , it becomes outlying observation, and to a case, gradually, rudder angle thetas cannot be influenced, can carry out effect of failure, and it can mitigate the control shock immediately after malfunction detection.

[0086] Therefore, also when rudder angle information is any of the rudder angle rate Vs or rudder angle thetas , the outlying observation from a rudder angle information detection means is not reflected in control at the time of an abnormality judging, and the control dependability of an electric motor 7 is not spoiled. What is necessary is just to make it decrease gradually here, to extent which can disregard the effect of control on a motor current, although rudder angle information was decreased to 0 last time (even if it not to be 0).

[0087] With the gestalten 1-4 of the above-mentioned implementation, although reference was not made about concrete processing of the rudder angle speed detection means 16 and the rudder angle detection means 15, the rudder angle information on another side may be searched for by data processing using one of rudder angle information which is gestalt 5. of operation.

[0088] Drawing 10 and drawing 11 are flow charts which show the processing actuation by the gestalt 5 of implementation of this invention that carries out data processing of either rudder angle thetas or the rudder angle rate Vs , and detected another side. When drawing 10 detects the rudder angle rate Vs from rudder angle thetas , drawing 11 shows the case where rudder angle thetas is detected from the rudder angle rate Vs , respectively.

[0089] In drawing 10, the rudder angle speed detection means 16 detects the rudder angle rate Vs by detecting rudder angle thetas from the rudder angle detection means 15 (step S61), and differentiating rudder angle thetas like the following formulas (3) first, (step S62).

[0090] $\text{Vs} = d\text{thetas}/dt \dots (3)$

[0091] Thus, the rudder angle speed detection means 16 is substantially omissible by carrying out differential processing of the rudder angle thetas , and detecting the rudder angle rate Vs .

[0092] Similarly, in detecting rudder angle thetas from the rudder angle rate Vs , it detects rudder angle thetas by the rudder angle detection means' 15 detecting the rudder angle rate Vs from the rudder angle speed detection means 15 (step S71), and integrating with the rudder angle rate Vs like the following formulas (4) in drawing 11, (step S72).

[0093] $\text{thetas} = \text{integralVs} - dt \dots (4)$

[0094] Thus, the rudder angle detection means 15 is substantially omissible by carrying out integral processing of the rudder angle rate Vs , and detecting rudder angle thetas . Therefore, also when rudder angle information is any of the rudder angle rate Vs or rudder angle thetas , one detection means can be omitted and a configuration can be simplified.

[0095]

[Effect of the Invention] As mentioned above, the steering device in which a wheel is steered in response to the steering torque of a steering wheel according to this invention, A rudder angle information detection means to detect the rudder angle information on a steering device, and a torque detection means to detect the steering torque of a steering device, The controller which generates the motor current according to the magnitude and the direction of rudder angle information and steering torque, The electric motor which it is

mechanically connected [electric motor] to a steering device and makes a steering wheel generate the steering auxiliary torque according to a motor current, It has a motor rotation information detection means to detect the rotation information on an electric motor, and an abnormality judging means to judge with a rudder angle information detection means being unusual when the deflection of motor rotation information and rudder angle information shows beyond a comparison reference value. Since only the parameter which reflected actual rotation actuation of a steering device directly was used, it is effective in the electric power-steering control unit which can judge the abnormalities of a rudder angle information detection means simply and with high precision being obtained.

[0096] According to this invention, moreover, a rudder angle information detection means A rudder angle speed detection means to detect the rudder angle rate of a steering device is included. A motor rotation information detection means A motor angular-velocity detection means to detect the motor angular velocity of an electric motor is included. An abnormality judging means Since it was made to judge with a rudder angle speed detection means being unusual when the velocity error of motor angular velocity and a rudder angle rate showed beyond a comparison reference value, it is effective in the electric power-steering control unit which can judge the abnormalities of a rudder angle speed detection means simply and with high precision being obtained.

[0097] Moreover, according to this invention, since the rudder angle rate was detected when a rudder angle speed detection means carried out differential processing of the rudder angle including a rudder angle detection means by which a rudder angle information detection means detects the rudder angle of a steering device, it is effective in the electric power-steering control unit which simplified the configuration further being obtained.

[0098] According to this invention, moreover, a rudder angle information detection means A rudder angle detection means to detect the rudder angle of a steering device is included. A motor rotation information detection means A motor angle-of-rotation detection means to detect motor angle of rotation of an electric motor is included. An abnormality judging means Since it was made to judge with a rudder angle detection means being unusual when the include-angle deflection of motor angle of rotation and a rudder angle showed beyond a comparison reference value, it is effective in the electric power-steering control unit which can judge the abnormalities of a rudder angle detection means simply and with high precision being obtained.

[0099] Moreover, according to this invention, since the rudder angle was detected when a rudder angle detection means carried out integral processing of the rudder angle rate including a rudder angle information detection means by which a rudder angle information detection means detects the rudder angle rate of a steering device, it is effective in the electric power-steering control unit which simplified the configuration further being obtained.

[0100] Moreover, according to this invention, since use of the rudder angle information over control of a motor current was immediately forbidden when it judged that a rudder angle information detection means is unusual with an abnormality judging means including a rudder angle information disable means, a controller is effective in the electric power-steering control unit which avoided the effect of the outlying observation to control of an electric motor being obtained.

[0101] Moreover, according to this invention, a controller includes a rudder angle information storage means to always memorize rudder angle information. When it judges that a rudder angle information detection means is unusual with an abnormality judging means, while using rudder angle information for control of a motor current last time which was memorized just before an abnormality judging was carried out Since rudder angle information was decreased gradually last time and the effect of control on a motor current was decreased gradually, while avoiding the effect of the outlying observation to control of an electric motor, it is effective in the electric power-steering control unit which mitigated the control shock at the time of malfunction detection being obtained.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.*** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the block diagram showing concretely the abnormality judging means by the gestalt 1 of implementation of this invention.

[Drawing 2] It is the block diagram showing the circumference configuration of the motor angular-velocity detection means by the gestalt 1 of implementation of this invention.

[Drawing 3] It is the flow chart which shows the processing actuation by the gestalt 1 of implementation of this invention.

[Drawing 4] It is the block diagram showing concretely the abnormality judging means by the gestalt 2 of implementation of this invention.

[Drawing 5] It is the flow chart which shows the processing actuation by the gestalt 2 of implementation of this invention.

[Drawing 6] It is the flow chart which shows abnormality judging processing actuation of the rudder angle speed detection means by the gestalt 3 of implementation of this invention.

[Drawing 7] It is the flow chart which shows abnormality judging processing actuation of the rudder angle detection means by the gestalt 3 of implementation of this invention.

[Drawing 8] It is the flow chart which shows the processing actuation at the time of the abnormality judging of the rudder angle speed detection means by the gestalt 4 of implementation of this invention.

[Drawing 9] It is the flow chart which shows the processing actuation at the time of the abnormality judging of the rudder angle detection means by the gestalt 4 of implementation of this invention.

[Drawing 10] It is the flow chart which shows the processing actuation at the time of the abnormality judging of the rudder angle speed detection means by the gestalt 5 of implementation of this invention.

[Drawing 11] It is the flow chart which shows the processing actuation at the time of the abnormality judging of the rudder angle detection means by the gestalt 5 of implementation of this invention.

[Drawing 12] It is the block diagram showing the conventional electric power-steering control device.

[Description of Notations]

3 Steering Device, 4 Torque Sensor, 7 Electric Motor, 10 A controller, 15 A rudder angle detection means, 16 Rudder angle speed detection means, 17A, 17B An abnormality judging means, 101 Motor angular-velocity detection means, 102 104 A velocity-error detection means, a 102B include-angle deviation detection means, 104B Comparison means, 201 A motor angle-of-rotation detection means, i_m A motor current, T_a Steering auxiliary torque, T_s Steering torque, V_m motor angular velocity, V_s A rudder angle rate, ΔV A velocity error, θ_{tam} Motor angle of rotation, θ_{tas} rudder angle, $\Delta\theta$ Include-angle deflection, α , β Comparison reference value.

[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2003-252228
(P2003-252228A)

(43)公開日 平成15年9月10日(2003.9.10)

(51)IntCl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード(参考)
B 6 2 D 6/00		B 6 2 D 6/00	3 D 0 3 2
5/04		5/04	3 D 0 3 3
// B 6 2 D 101:00		101:00	
113:00		113:00	
119:00		119:00	
審査請求 有 請求項の数 7 O L (全 11 頁)			

(21)出願番号 特願2002-58606(P2002-58606)

(22)出願日 平成14年3月5日(2002.3.5)

(71)出願人 000006013
三菱電機株式会社
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号
(72)発明者 木村 和司
兵庫県神戸市兵庫区浜山通6丁目1番2号
三菱電機コントロールソフトウェア株式
会社内
(74)代理人 100057874
弁理士 曾我 道照 (外6名)

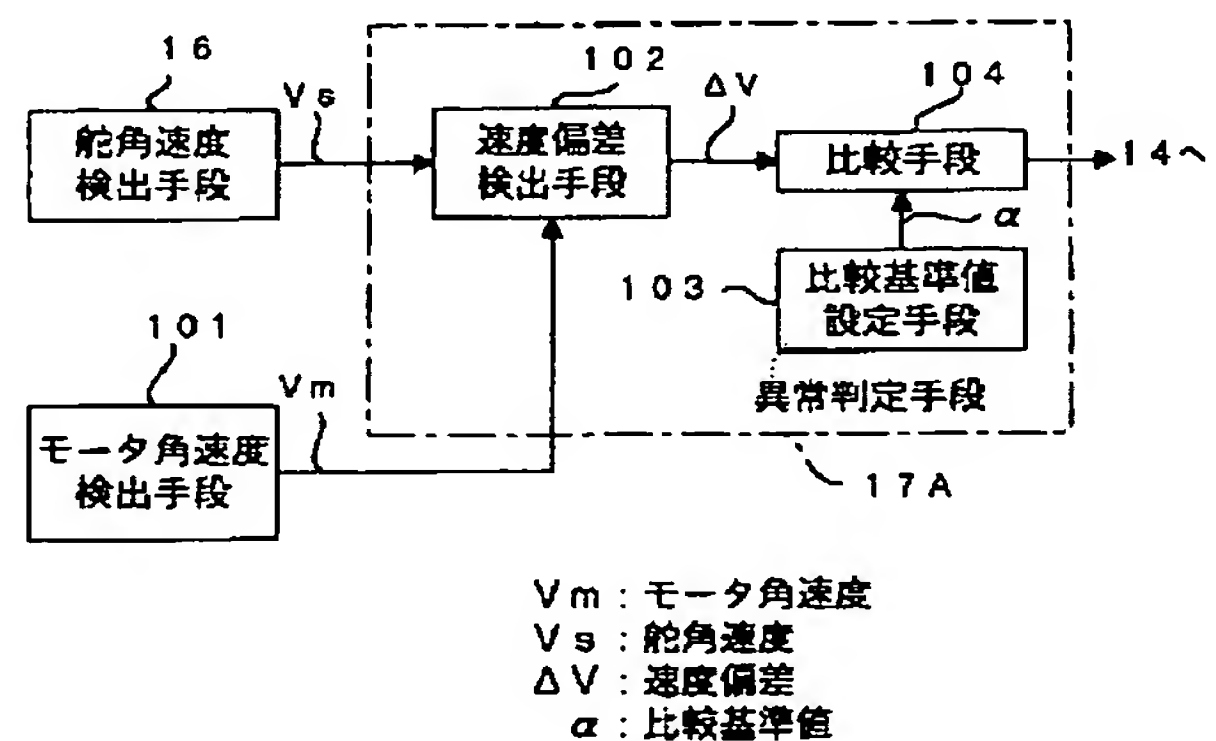
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 電動パワーステアリング制御装置

(57)【要約】

【課題】 ステアリング機構の実際の回転動作を直接反映したパラメータのみを用いて、簡単且つ高精度に舵角情報検出手段の異常を判定することのできる電動パワーステアリング制御装置を得る。

【解決手段】 ステアリング機構の舵角情報 V_s を検出する舵角情報検出手段16と、舵角情報、操舵トルクの大きさおよび方向に応じたモータ電流を生成するコントローラと、ステアリング機構に機械的に連結されてモータ電流に応じた操舵補助トルクをステアリングホイールに発生させる電動モータと、電動モータの回転情報 V_m を検出するモータ回転情報検出手段101と、モータ回転情報 V_m と舵角情報 V_s との偏差 ΔV が比較基準値 α 以上を示す場合に舵角情報検出手段16が異常であると判定する異常判定手段17Aとを備えた。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ステアリングホイールの操舵トルクを受けて車輪を操舵するステアリング機構と、
前記ステアリング機構の舵角情報を検出する舵角情報検出手段と、
前記ステアリング機構の操舵トルクを検出するトルク検出手段と、
前記舵角情報、前記操舵トルクの大きさおよび方向に応じたモータ電流を生成するコントローラと、
前記ステアリング機構に対して機械的に連結されて、前記モータ電流に応じた操舵補助トルクを前記ステアリングホイールに発生させる電動モータと、
前記電動モータの回転情報を検出するモータ回転情報検出手段と、
前記モータ回転情報と前記舵角情報との偏差が比較基準値以上を示す場合に前記舵角情報検出手段が異常であると判定する異常判定手段とを備えたことを特徴とする電動パワーステアリング制御装置。

【請求項 2】 前記舵角情報検出手段は、前記ステアリング機構の舵角速度を検出する舵角速度検出手段を含み、
前記モータ回転情報検出手段は、前記電動モータのモータ角速度を検出するモータ角速度検出手段を含み、
前記異常判定手段は、前記モータ角速度と前記舵角速度との速度偏差が比較基準値以上を示す場合に前記舵角速度検出手段が異常であると判定することを特徴とする請求項 1 に記載の電動パワーステアリング制御装置。

【請求項 3】 前記舵角情報検出手段は、前記ステアリング機構の舵角を検出する舵角検出手段を含み、
前記舵角速度検出手段は、前記舵角を微分処理することにより前記舵角速度を検出することを特徴とする請求項 2 に記載の電動パワーステアリング制御装置。

【請求項 4】 前記舵角情報検出手段は、前記ステアリング機構の舵角を検出する舵角検出手段を含み、
前記モータ回転情報検出手段は、前記電動モータのモータ回転角度を検出するモータ回転角度検出手段を含み、
前記異常判定手段は、前記モータ回転角度と前記舵角との角度偏差が比較基準値以上を示す場合に前記舵角検出手段が異常であると判定することを特徴とする請求項 1 から請求項 3 までのいずれか 1 項に記載の電動パワース

【請求項 5】 前記舵角情報検出手段は、前記ステアリング機構の舵角速度を検出する舵角速度検出手段を含み、
前記舵角検出手段は、前記舵角速度を積分処理することにより前記舵角を検出することを特徴とする請求項 4 に記載の電動パワーステアリング制御装置。

【請求項 6】 前記コントローラは、
舵角情報使用禁止手段を含み、
前記異常判定手段により前記舵角情報検出手段が異常で

あると判定された場合に、前記モータ電流の制御に対する前記舵角情報の使用を直ちに禁止することを特徴とする請求項 1 から請求項 5 までのいずれか 1 項に記載の電動パワーステアリング制御装置。

【請求項 7】 前記コントローラは、
前記舵角情報を常に記憶する舵角情報記憶手段を含み、
前記異常判定手段により前記舵角情報検出手段が異常であると判定された場合に、異常判定される直前に記憶した前回舵角情報を前記モータ電流の制御に用いるとともに、前記前回舵角情報を徐々に減少させて前記モータ電流の制御への影響を徐々に減少させたことを特徴とする請求項 1 から請求項 5 までのいずれか 1 項に記載の電動パワーステアリング制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、パワーステアリングの舵角情報および操舵トルクに基づいて補助トルク発生用のモータ電流を生成する電動パワーステアリング制御装置に関し、特に舵角情報検出手段の異常を確実に検出して電動モータの制御信頼性を向上させた電動パワーステアリング制御装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】図 12 はたとえば特開平 4-2173 号公報に開示された従来の電動パワーステアリング制御装置を示すブロック構成図である。

【0003】図 12 において、電動モータ 7 を駆動制御するコントローラ 10 には、車載のバッテリー 1 から直接またはイグニションスイッチ 2 を介して給電されている。車両（図示せず）のハンドルと連動するステアリング機構 3 は、ハンドルと一体のステアリングホイールを有し、ステアリングホイールの操舵トルク T_s によって車輪を操舵する。

【0004】ステアリング機構 3 には、運転者により操作される操舵トルク T_s に対応した検出信号を生成するトルクセンサ 4 と、舵角 θ_s に対応した検出信号を生成する舵角センサ 5 とが設けられている。

【0005】車両には、車速 V_o に対応した検出信号を生成する車速センサ 6 が設けられている。各センサ 4～6 の検出信号（車速 V_o 、ステアリング機構 3 の舵角 θ_s および操舵トルク T_s に対応）は、コントローラ 10 に入力されており、コントローラ 10 は、舵角、操舵トルク T_s の大きさおよび方向に応じたモータ電流 i_m を電動モータ 7 に通流して電動モータ 7 を駆動する。

【0006】電動モータ 7 は、ステアリング機構 3 に対して機械的に連結されており、コントローラ 10 から供給されるモータ電流 i_m に応じて、ステアリングホイールに操舵補助トルク T_a を発生させる。

【0007】コントローラ 10 は、電源回路 11、インターフェース 12、制御部 13、モータ駆動回路 18、モータ電流検出手段 19、リレー駆動回路 20 およびフ

フェールリレー 21 とを備えている。

【0008】電源回路 11 は、イグニションスイッチ 2 を介してバッテリー 1 に接続されており、イグニションスイッチ 2 のオン操作時に制御部 13 に給電を行う。インターフェース 12 は、各センサ 4～6 の検出信号を取り込み、制御部 13 に入力する。

【0009】制御部 13 は、電動モータ 7 を制御するために、操舵力補助制御手段 14、舵角検出手段 15、舵角速度検出手段 16 および異常判定手段 17 を備えている。

【0010】モータ駆動回路 18 は、制御部 13 の制御下で電動モータ 7 にモータ電流 i_m を供給する。モータ電流検出手段 19 は、電動モータ 7 に供給されるモータ電流 i_m を検出する。

【0011】リレー駆動回路 20 は、制御部 13 による異常判定時に、フェールリレー 21 を駆動する。フェールリレー 21 は、バッテリー 1 から給電されて、リレー駆動回路 20 に応動してモータ駆動回路 18 を停止させる。

【0012】制御部 13 内の舵角検出手段 15 は、舵角センサ 5 からの検出信号に基づいてステアリング機構 3 の舵角 θ_s を検出し、舵角 θ_s を舵角情報として、操舵力補助制御手段 14、舵角速度検出手段 16 および異常判定手段 17 に入力する。

【0013】舵角速度検出手段 16 は、舵角 θ_s の時間変化率に基づいて舵角速度 V_s を検出し、舵角速度 V_s を舵角情報として操舵力補助制御手段 14 および異常判定手段 17 に入力する。

【0014】異常判定手段 17 は、舵角 θ_s または舵角速度 V_s が異常値を示す（最大許容値 θ_{max} 、 V_{max} を越えた）場合に、舵角センサ 5 を含む舵角検出手段 15 または舵角速度検出手段 16 が故障であることを示す異常判定信号を操舵力補助制御手段 14 に入力する。

【0015】図 12 においては、ステアリング機構 3 の舵角情報として舵角 θ_s および舵角速度 V_s を検出し、電動モータ 7 の回転情報としてモータ電流 i_m を検出する場合を示している。

【0016】制御部 13 内の異常判定手段 17 は、舵角 θ_s 、舵角速度 V_s を、それぞれ、車速 V_o に応じた最大許容値 θ_{max} 、 V_{max} と比較しており、舵角 θ_s が最大許容値 θ_{max} を越えた場合、または、舵角速度 V_s が最大許容値 V_{max} を越えた場合に舵角検出手段 15 または舵角速度検出手段 16 の故障状態を判定する。

【0017】また、異常判定手段 17 は、操舵動作によって操舵トルク T_s が変動しているにもかかわらず、舵角 θ_s が変動しない場合などを異常状態として異常判定を行う。

【0018】

【発明が解決しようとする課題】従来の電動パワーステ

アリング制御装置は以上のように、舵角検出手段 15 や舵角速度検出手段 16 の異常判定条件として、ステアリング機構 3 の実際の回転動作を直接反映していないパラメータ（車速 V_o や操舵トルク T_s ）を用いているので、異常判定の条件設定が極めて困難であり、高精度に異常判定することができないという問題点があった。

【0019】この発明は上記のような問題点を解決するためになされたもので、車速や操舵トルクを異常判定条件に使用せずに、ステアリング機構の実際の回転動作を直接反映したパラメータのみを用いることにより、舵角検出手段や舵角速度検出手段に異常が発生したときに、簡単且つ高精度に異常判定することのできる電動パワーステアリング制御装置を得ることを目的とする。

【0020】

【課題を解決するための手段】この発明に係る電動パワーステアリング制御装置は、ステアリングホイールの操舵トルクを受けて車輪を操舵するステアリング機構と、ステアリング機構の舵角情報を検出する舵角情報検出手段と、ステアリング機構の操舵トルクを検出するトルク検出手段と、舵角情報、操舵トルクの大きさおよび方向に応じたモータ電流を生成するコントローラと、ステアリング機構に対して機械的に連結されて、モータ電流に応じた操舵補助トルクをステアリングホイールに発生させる電動モータと、電動モータの回転情報を検出するモータ回転情報検出手段と、モータ回転情報と舵角情報との偏差が比較基準値以上を示す場合に舵角情報検出手段が異常であると判定する異常判定手段とを備えたものである。

【0021】また、この発明に係る電動パワーステアリング制御装置の舵角情報検出手段は、ステアリング機構の舵角速度を検出する舵角速度検出手段を含み、モータ回転情報検出手段は、電動モータのモータ角速度を検出するモータ角速度検出手段を含み、異常判定手段は、モータ角速度と舵角速度との速度偏差が比較基準値以上を示す場合に舵角速度検出手段が異常であると判定するものである。

【0022】また、この発明に係る電動パワーステアリング制御装置の舵角情報検出手段は、ステアリング機構の舵角を検出する舵角検出手段を含み、舵角速度検出手段は、舵角を微分処理することにより舵角速度を検出するものである。

【0023】また、この発明に係る電動パワーステアリング制御装置の舵角情報検出手段は、ステアリング機構の舵角を検出する舵角検出手段を含み、モータ回転情報検出手段は、電動モータのモータ回転角度を検出するモータ回転角度検出手段を含み、異常判定手段は、モータ回転角度と舵角との角度偏差が比較基準値以上を示す場合に舵角検出手段が異常であると判定するものである。

【0024】また、この発明に係る電動パワーステアリング制御装置の舵角情報検出手段は、ステアリング機構

の舵角速度を検出する舵角情報検出手段を含み、舵角検出手段は、舵角速度を積分処理することにより舵角を検出するものである。

【0025】また、この発明に係る電動パワーステアリング制御装置のコントローラは、舵角情報使用禁止手段を含み、異常判定手段により舵角情報検出手段が異常であると判定された場合に、モータ電流の制御に対する舵角情報の使用を直ちに禁止するものである。

【0026】また、この発明に係る電動パワーステアリング制御装置のコントローラは、舵角情報を常に記憶する舵角情報記憶手段を含み、異常判定手段により舵角情報検出手段が異常であると判定された場合に、異常判定される直前に記憶した前回舵角情報をモータ電流の制御に用いるとともに、前回舵角情報を徐々に減少させてモータ電流の制御への影響を徐々に減少させたものである。

【0027】

【発明の実施の形態】実施の形態1. 以下、図面を参照しながら、この発明の実施の形態1について詳細に説明する。図1はこの発明の実施の形態1による異常判定手段17Aを示すブロック構成図である。

【0028】図1において、前述（図12参照）と同様のものについては、同一符号を付して、または符号の後に「A」を付して詳述を省略する。また、図示されない構成は、図12に示した通りである。

【0029】舵角速度検出手段16は、前述と同様に、ステアリング機構3内のステアリングホイールを操舵したときの舵角速度 V_s を検出する。モータ角速度検出手段101は、電動モータ7の回転情報としてモータ角速度 V_m を検出する。

【0030】この場合、異常判定手段17Aは、ステアリング機構3の舵角情報と電動モータ7の回転情報とに基づいて、舵角速度検出手段16の異常判定を行うようになっている。

【0031】すなわち、異常判定手段17Aは、舵角速度検出手段16からの舵角速度 V_s と、モータ角速度検出手段101からのモータ角速度 V_m とを比較することにより、舵角速度検出手段16の異常状態を判定する。

【0032】異常判定手段17Aは、速度偏差検出手段102、比較基準値設定手段103および比較手段104を備えている。速度偏差検出手段102は、舵角速度 V_s とモータ角速度 V_m との速度偏差 $\Delta V (= |V_s - V_m|)$ を検出する。

【0033】比較基準値設定手段103は、速度偏差 ΔV に対する異常判定用の比較基準値 α を設定する。比較手段104は、速度偏差 ΔV と比較基準値 α とを比較して、 $\Delta V \geq \alpha$ の関係を満たす場合に、舵角速度検出手段16が異常であることを示す異常判定信号を操舵力補助制御手段14に出力する。

【0034】図2はモータ角速度検出手段101の具体

的構成例を示すブロック図である。図2において、モータ角速度検出手段101は、電動モータ7の回転情報としてモータ角速度 V_m を検出するために、モータ印加電圧検出手段105からのモータ印加電圧 E_m と、モータ電流検出手段19からのモータ電流 i_m とを用いている。

【0035】モータ印加電圧検出手段105は、モータ電流検出手段19と同様に、モータ駆動回路18（図12参照）の制御量からモータ印加電圧 E_m を検出することができる。

【0036】たとえば電動モータ7としてDCモータを使用した場合、図2のように、電動モータ7に供給されるモータ電流 i_m およびモータ印加電圧 E_m を用いてモータ角速度 V_m が求められることは、周知の事実である。

【0037】次に、図12とともに図3のフローチャートを参照しながら、図1および図2に示したこの発明の実施の形態1による処理動作について詳細に説明する。図3において、まず、舵角速度検出手段16は、舵角 θ_s に基づいて舵角速度 V_s を検出し（ステップS1）、モータ角速度検出手段101は、モータ印加電圧 E_m およびモータ電流 i_m に基づいてモータ角速度 V_m を検出する（ステップS2）。

【0038】続いて、異常判定手段17A内の速度偏差検出手段102は、舵角速度 V_s とモータ角速度 V_m との速度偏差 $\Delta V (= |V_s - V_m|)$ を求め（ステップS3）、比較手段104は、速度偏差 ΔV が所定の比較基準値 α 以上であるか否かを判定する（ステップS4）。

【0039】もし、 $\Delta V \geq \alpha$ （すなわち、YES）と判定されれば、舵角速度検出手段16が異常であると見なし、異常判定フラグFVを「1」にセットして異常時処理を実行し（ステップS5）、図3の処理ルーチンを終了する。

【0040】一方、ステップS4において、 $\Delta V < \alpha$ （すなわち、NO）と判定されれば、異常状態ではないので、異常判定フラグFVを「0」にクリアして、図3の処理ルーチンを終了する。

【0041】このように、ステアリング機構3の舵角速度 V_s を正確に反映したモータ角速度 V_m を用いて異常判定することにより、舵角速度検出手段16で検出された舵角速度 V_s が異常値であること（舵角速度検出手段16に異常が発生していること）を正確に検出して、迅速に対処することができる。

【0042】実施の形態2. なお、上記実施の形態1では、舵角情報として舵角速度 V_s を用い、モータ回転情報としてモータ角速度 V_m を用いたが、舵角情報として舵角 θ_s を用い、モータ回転情報としてモータ回転角度 θ_m を用いてもよい。

【0043】図4は異常判定用のパラメータとして舵角

θ_s およびモータ回転角度 θ_m を用いたこの発明の実施の形態 2 による異常判定手段 17 B およびその周辺構成を示すブロック図である。

【0044】図 4 において、前述（図 12、図 1 参照）と同様のものについては、同一符号を付して、または符号の後に「B」を付して詳述を省略する。また、図示されない構成は、図 12 に示した通りである。

【0045】舵角検出手段 15 は、前述と同様に、ステアリング機構 3 内のステアリングホイールを操舵したときの舵角 θ_s を検出する。モータ回転角度検出手段 201 は、電動モータ 7 の回転情報としてモータ回転角度 θ_m を検出する。

【0046】この場合、異常判定手段 17 B は、舵角検出手段 15 からの舵角 θ_s と、モータ回転角度検出手段 201 からのモータ回転角度 θ_m とを比較することにより、舵角検出手段 15 の異常状態を判定するようになっている。

【0047】異常判定手段 17 B は、角度偏差検出手段 102 B、比較基準値設定手段 103 B および比較手段 104 B を備えている。角度偏差検出手段 102 B は、舵角 θ_s とモータ回転角度 θ_m との角度偏差 $\Delta\theta$ ($=|\theta_s - \theta_m|$) を検出する。

【0048】比較基準値設定手段 103 B は、角度偏差 $\Delta\theta$ に対する異常判定用の比較基準値 β を設定する。比較手段 104 B は、角度偏差 $\Delta\theta$ と比較基準値 β とを比較して、 $\Delta\theta \geq \beta$ の関係を満たす場合に、舵角検出手段 15 が異常であることを示す異常判定信号を操舵力補助制御手段 14 に出力する。

【0049】次に、図 12 とともに図 5 のフローチャートを参照しながら、図 4 に示したこの発明の実施の形態 2 による処理動作について詳細に説明する。図 5 において、ステップ S11～S16 は、前述（図 3 参照）のステップ S1～S6 に対応しており、処理に使用されるパラメータが異なるのみである。

【0050】まず、舵角検出手段 15 は、舵角センサ 5 から舵角信号を取り込み、舵角 θ_s を検出し（ステップ S11）、モータ回転角度検出手段 201 は、モータ回転角度 θ_m を検出する（ステップ S12）。

【0051】続いて、異常判定手段 17 B 内の角度偏差検出手段 102 B は、舵角 θ_s とモータ回転角度 θ_m との角度偏差 $\Delta\theta$ ($=|\theta_s - \theta_m|$) を求め（ステップ S13）、比較手段 104 B は、角度偏差 $\Delta\theta$ が所定の比較基準値 β 以上であるか否かを判定する（ステップ S14）。

【0052】もし、 $\Delta\theta \geq \beta$ （すなわち、YES）と判定されれば、舵角検出手段 15 が異常であると見なし、異常判定フラグ F_θ を「1」にセットして異常時処理を実行し（ステップ S15）、図 5 の処理ルーチンを終了する。

【0053】一方、ステップ S14 において、 $\Delta\theta < \beta$

（すなわち、NO）と判定されれば、異常状態ではないので、異常判定フラグ F_θ を「0」にクリアして、図 5 の処理ルーチンを終了する。

【0054】このように、ステアリング機構 3 の舵角 θ_s を正確に反映したモータ回転角度 θ_m を用いて異常判定することにより、舵角検出手段 15 で検出された舵角 θ_s が異常値であること（舵角検出手段 15 に異常が発生していること）を正確に検出して、迅速に対処することができる。

【0055】実施の形態 3. なお、上記実施の形態 1、2 では、異常判定時の処理について具体的に言及しなかったが、異常判定時には舵角情報を用いた電動モータ 7 の制御を直ちに禁止してもよい。

【0056】図 6 および図 7 は異常判定時に舵角情報の使用を直ちに禁止したこの発明の実施の形態 3 による処理動作を示すフローチャートである。図 6 は舵角情報が舵角速度 V_s の場合、図 7 は舵角情報が舵角 θ_s の場合をそれぞれ示している。

【0057】この場合、コントローラ 10 内の操舵力補助制御手段 14（図 12 参照）は、舵角情報使用禁止手段を含み、異常判定手段 17 A または 17 B により舵角情報検出手段（舵角速度検出手段 16 または舵角検出手段 15）が異常であると判定された場合には、モータ電流 i_m の制御に対する舵角情報の使用を直ちに禁止するようになっている。

【0058】すなわち、前述（図 3 参照）の異常判定処理ステップ S5 により異常判定フラグ F_V が「1」にセットされた場合には図 6 の禁止処理が実行され、前述（図 5 参照）の異常判定処理ステップ S15 により異常判定フラグ F_θ が「1」にセットされた場合には図 7 の禁止処理が実行される。

【0059】図 6 において、操舵力補助制御手段 14 は、まず、異常判定手段 17 A（図 1 参照）により異常判定フラグ F_V が「1」にセットされているか否かを判定する（ステップ S21）。

【0060】もし、 $F_V = 1$ （すなわち、YES）と判定されれば、舵角速度検出手段 16 の異常が検出されているので、直ちに舵角速度制御値 V_c を 0 [deg/s] に設定して、舵角速度 V_s の使用を禁止し（ステップ S22）、図 6 の処理ルーチンを終了する。

【0061】一方、ステップ S21 において、 $F_V = 0$ （すなわち、NO）と判定されれば、舵角速度検出手段 16 が正常状態なので、制御禁止ステップ S22 を実行せずに、図 6 の処理ルーチンを終了する。

【0062】このように、舵角速度検出手段 16 の異常が判定された場合に、舵角速度 V_s の制御値 V_c への使用を直ちに禁止することにより、故障の影響を受けずに制御することができる。

【0063】同様に、舵角情報として舵角 θ_s を用いた場合には、図 7 において、異常判定手段 17 B（図 4 参

照)により異常判定フラグ $F\theta$ が「1」にセットされているか否かを判定する(ステップS31)。

【0064】もし、 $F\theta=1$ (すなわち、YES)と判定されれば、舵角検出手段15の異常が検出されているので、直ちに舵角制御値 θ_c を0[deg]に設定して、舵角 θ_s の使用を禁止し(ステップS32)、図7の処理ルーチンを終了する。

【0065】一方、ステップS31において、 $F\theta=0$ (すなわち、NO)と判定されれば、舵角検出手段15が正常状態なので、制御禁止ステップS32を実行せず

に、図7の処理ルーチンを終了する。

【0066】このように、舵角検出手段15の異常が判定された場合に、舵角 θ_s の制御値 θ_c への使用を直ちに禁止することにより、故障の影響を受けずに制御することができる。

【0067】したがって、舵角情報が舵角速度 V_s または舵角 θ_s のいずれの場合も、異常判定時に舵角情報検出手段からの異常値が制御に反映されることはなく、電動モータ7の制御信頼性を損なうことはない。

【0068】実施の形態4. なお、上記実施の形態3では、異常判定時に、直ちに制御値 V_c または θ_c を0に設定して舵角情報の使用を禁止したが、異常判定される直前の制御値を記憶しておき、異常判定直後に前回制御値を用い、前回制御値から徐々に制御値 V_c または θ_c を0に減少させてもよい。

【0069】図8および図9は異常判定時に前回制御値を使用して徐々に制御値を0に減少させたこの発明の実施の形態4による処理動作を示すフローチャートである。図8は舵角情報が舵角速度 V_s の場合、図9は舵角情報が舵角 θ_s の場合をそれぞれ示しており、各図において、ステップS21およびS31は前述(図6、図7参照)と同様の処理である。

【0070】この場合、コントローラ10内の操舵力補助制御手段14(図12参照)は、舵角情報を常に記憶する舵角情報記憶手段を含み、異常判定手段17Aまたは17Bにより舵角情報検出手段(舵角速度検出手段16または舵角検出手段15)が異常であると判定された場合には、異常判定される直前に記憶した前回舵角情報をモータ電流 i_m の制御に用いるとともに、前回舵角情報を徐々に0まで減少させた値を用いてモータ電流 i_m を制御するようになってい

る。

【0071】すなわち、上記実施の形態3のように、制御に使用される舵角情報(制御値)を直ちに「0」に設定(禁止)するのではなく、異常発生前のデータを使用して、徐々に故障の影響を受けなくする。

【0072】図8において、まず、異常判定フラグ FV が「1」にセットされているか否かを判定し(ステップS21)、 $FV=1$ (すなわち、YES)と判定されれば、舵角速度検出手段16の異常が検出されているので、舵角速度 V_s の制御値 V_c を以下の式(1)のよう

に設定する(ステップS41)。

$$【0073】V_c = |V_M| - V_a \cdots (1)$$

【0074】ただし、式(1)において、 V_M は前回記憶された制御値、 V_a は制御値 V_c を漸減するための所定値である。また、式(1)から明らかなように、制御値 V_c は絶対値演算で求まる値なので、 $V_c \geq 0$ が演算条件として与えられており、制御値 V_c の減算処理は「0」でクリップされる。

【0075】次に、制御値 V_c に対して電動モータ7の回転方向の符号が付加され(ステップS42)、モータ駆動回路18(図12参照)を介して電動モータ7にモータ電流 i_m が供給される。

【0076】最後に、現在の制御値 V_c を前回の制御値 V_M として更新登録し(ステップS43)、図8の処理ルーチンを終了する。一方、ステップS21において、 $FV=0$ (すなわち、NO)と判定されれば、舵角速度検出手段16が正常状態なので、ステップS41およびS42を実行せずに、直ちに前回制御値 V_M の更新ステップS43を実行して、図8の処理ルーチンを終了する。

【0077】異常判定時に次の図8の処理ルーチンを実行する場合には、既に減算された前回制御値 V_M からさらに所定値 V_a を減算した値が制御値 V_c として使用されるので、制御値 V_c は「0」に達するまで徐々に減少されることになる。

【0078】このように、異常判定フラグ FV が「1」にセットされている場合(異常発生時)に、前回記憶された制御値 V_M から所定値 V_a を減算した値を次の制御値 V_M として使用することにより、舵角速度 V_s が異常値となった場合に、徐々に故障の影響を受けなくすることができ、異常検出直後の制御ショックを軽減することができる。

【0079】同様に、舵角情報として舵角 θ_s を用いた場合には、図9において、異常判定フラグ $F\theta$ が「1」にセットされているか否かを判定し(ステップS31)、 $F\theta=1$ (すなわち、YES)と判定されれば、舵角検出手段15の異常が検出されているので、舵角 θ_s の制御値 θ_c を以下の式(2)のように設定する(ステップS51)。

$$【0080】\theta_c = |\theta_M| - \theta_a \cdots (2)$$

【0081】ただし、式(2)において、 θ_M は前回記憶された制御値、 θ_a は制御値 θ_c を漸減するための所定値である。また、式(2)から明らかなように、制御値 θ_c は絶対値演算で求まる値なので、 $\theta_c \geq 0$ が演算条件として与えられており、制御値 θ_c の減算処理は「0」でクリップされる。

【0082】次に、制御値 θ_c に対して電動モータ7の回転方向の符号が付加され(ステップS52)、モータ駆動回路18を介して電動モータ7にモータ電流 i_m が供給される。

【0083】最後に、現在の制御値 θ_c を前回の制御値 θ_M として更新登録し（ステップS53）、図9の処理ルーチンを終了する。

【0084】一方、ステップS31において、 $\theta_V=0$ （すなわち、NO）と判定されれば、舵角検出手段15が正常状態なので、ステップS51およびS52を実行せずに、直ちに前回制御値 θ_M の更新ステップS53を実行して、図9の処理ルーチンを終了する。

【0085】このように、異常判定フラグ θ_V が「1」にセットされている場合（異常発生時）に、前回制御値 θ_M から所定値 θ_a を減算した値を次回の制御値 V_M として使用することにより、舵角 θ_s が異常値となつて場合に、徐々に故障の影響を受けなくすることができ、異常検出直後の制御ショックを軽減することができる。

【0086】したがって、舵角情報が舵角速度 V_s または舵角 θ_s のいずれの場合も、異常判定時に舵角情報検出手段からの異常値が制御に反映されることはなく、電動モータ7の制御信頼性を損なうことはない。ここでは、前回舵角情報を0まで減少させたが、モータ電流の制御への影響を無視できる程度（0でなくても）まで徐々に減少させればよい。

【0087】実施の形態5. なお、上記実施の形態1～4では、舵角速度検出手段16および舵角検出手段15の具体的処理について言及しなかったが、いずれか一方の舵角情報を用いた演算処理により他方の舵角情報を求めてもよい。

【0088】図10および図11は舵角 θ_s または舵角速度 V_s の一方を演算処理して他方を検出するようにしたこの発明の実施の形態5による処理動作を示すフローチャートである。図10は舵角 θ_s から舵角速度 V_s を検出する場合、図11は舵角速度 V_s から舵角 θ_s を検出する場合をそれぞれ示している。

【0089】図10において、舵角速度検出手段16は、まず、舵角検出手段15から舵角 θ_s を検出し（ステップS61）、以下の式（3）のように舵角 θ_s を微分することにより、舵角速度 V_s を検出する（ステップS62）。

$$【0090】V_s = d\theta_s / dt \quad \cdots (3)$$

【0091】このように、舵角 θ_s を微分処理して舵角速度 V_s を検出することにより、舵角速度検出手段16を実質的に省略することができる。

【0092】同様に、舵角速度 V_s から舵角 θ_s を検出する場合には、図11において、舵角検出手段15は、舵角速度検出手段15から舵角速度 V_s を検出し（ステップS71）、以下の式（4）のように、舵角速度 V_s を積分することにより、舵角 θ_s を検出する（ステップS72）。

$$【0093】\theta_s = \int V_s \cdot dt \quad \cdots (4)$$

【0094】このように、舵角速度 V_s を積分処理して舵角 θ_s を検出することにより、舵角検出手段15を実

質的に省略することができる。したがって、舵角情報が舵角速度 V_s または舵角 θ_s のいずれの場合も、一方の検出手段を省略して構成を簡略化することができる。

【0095】

【発明の効果】以上のように、この発明によれば、ステアリングホイールの操舵トルクを受けて車輪を操舵するステアリング機構と、ステアリング機構の舵角情報を検出する舵角情報検出手段と、ステアリング機構の操舵トルクを検出するトルク検出手段と、舵角情報、操舵トルクの大きさおよび方向に応じたモータ電流を生成するコントローラと、ステアリング機構に対して機械的に連結されて、モータ電流に応じた操舵補助トルクをステアリングホイールに発生させる電動モータと、電動モータの回転情報を検出するモータ回転情報検出手段と、モータ回転情報と舵角情報との偏差が比較基準値以上を示す場合に舵角情報検出手段が異常であると判定する異常判定手段とを備え、ステアリング機構の実際の回転動作を直接反映したパラメータのみを用いたので、簡単且つ高精度に舵角情報検出手段の異常を判定することのできる電動パワーステアリング制御装置が得られる効果がある。

【0096】また、この発明によれば、舵角情報検出手段は、ステアリング機構の舵角速度を検出する舵角速度検出手段を含み、モータ回転情報検出手段は、電動モータのモータ角速度を検出するモータ角速度検出手段を含み、異常判定手段は、モータ角速度と舵角速度との速度偏差が比較基準値以上を示す場合に舵角速度検出手段が異常であると判定するようにしたので、簡単且つ高精度に舵角速度検出手段の異常を判定することのできる電動パワーステアリング制御装置が得られる効果がある。

【0097】また、この発明によれば、舵角情報検出手段は、ステアリング機構の舵角を検出する舵角検出手段を含み、舵角速度検出手段は、舵角を微分処理することにより舵角速度を検出するようにしたので、さらに構成を簡略化した電動パワーステアリング制御装置が得られる効果がある。

【0098】また、この発明によれば、舵角情報検出手段は、ステアリング機構の舵角を検出する舵角検出手段を含み、モータ回転情報検出手段は、電動モータのモータ回転角度を検出するモータ回転角度検出手段を含み、異常判定手段は、モータ回転角度と舵角との角度偏差が比較基準値以上を示す場合に舵角検出手段が異常であると判定するようにしたので、簡単且つ高精度に舵角検出手段の異常を判定することのできる電動パワーステアリング制御装置が得られる効果がある。

【0099】また、この発明によれば、舵角情報検出手段は、ステアリング機構の舵角速度を検出する舵角情報検出手段を含み、舵角検出手段は、舵角速度を積分処理することにより舵角を検出するようにしたので、さらに構成を簡略化した電動パワーステアリング制御装置が得られる効果がある。

【0100】また、この発明によれば、コントローラは、舵角情報使用禁止手段を含み、異常判定手段により舵角情報検出手段が異常であると判定された場合に、モータ電流の制御に対する舵角情報の使用を直ちに禁止するようにしたので、電動モータの制御に対する異常値の影響を回避した電動パワーステアリング制御装置が得られる効果がある。

【0101】また、この発明によれば、コントローラは、舵角情報を常に記憶する舵角情報記憶手段を含み、異常判定手段により舵角情報検出手段が異常であると判定された場合に、異常判定される直前に記憶した前回舵角情報をモータ電流の制御に用いるとともに、前回舵角情報を徐々に減少させてモータ電流の制御への影響を徐々に減少させたので、電動モータの制御に対する異常値の影響を回避するとともに、異常検出時の制御ショックを軽減した電動パワーステアリング制御装置が得られる効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の実施の形態1による異常判定手段を具体的に示すブロック図である。

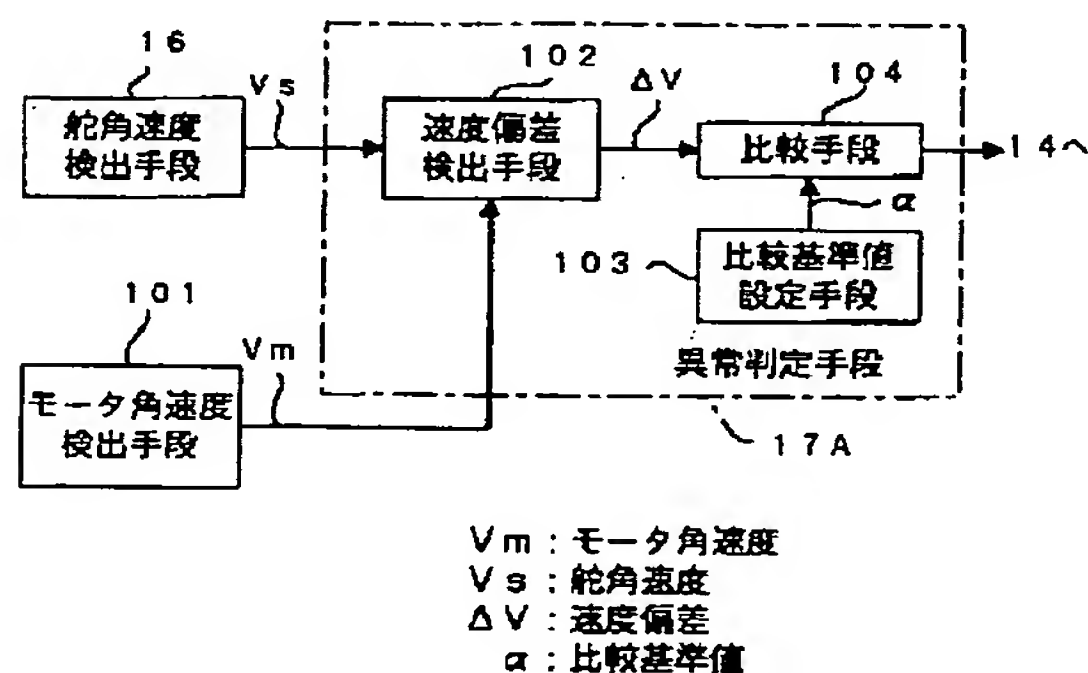
【図2】 この発明の実施の形態1によるモータ角速度検出手段の周辺構成を示すブロック図である。

【図3】 この発明の実施の形態1による処理動作を示すフローチャートである。

【図4】 この発明の実施の形態2による異常判定手段を具体的に示すブロック図である。

【図5】 この発明の実施の形態2による処理動作を示すフローチャートである。

【図1】



【図6】 この発明の実施の形態3による舵角速度検出手段の異常判定処理動作を示すフローチャートである。

【図7】 この発明の実施の形態3による舵角検出手段の異常判定処理動作を示すフローチャートである。

【図8】 この発明の実施の形態4による舵角速度検出手段の異常判定時の処理動作を示すフローチャートである。

【図9】 この発明の実施の形態4による舵角検出手段の異常判定時の処理動作を示すフローチャートである。

【図10】 この発明の実施の形態5による舵角速度検出手段の異常判定時の処理動作を示すフローチャートである。

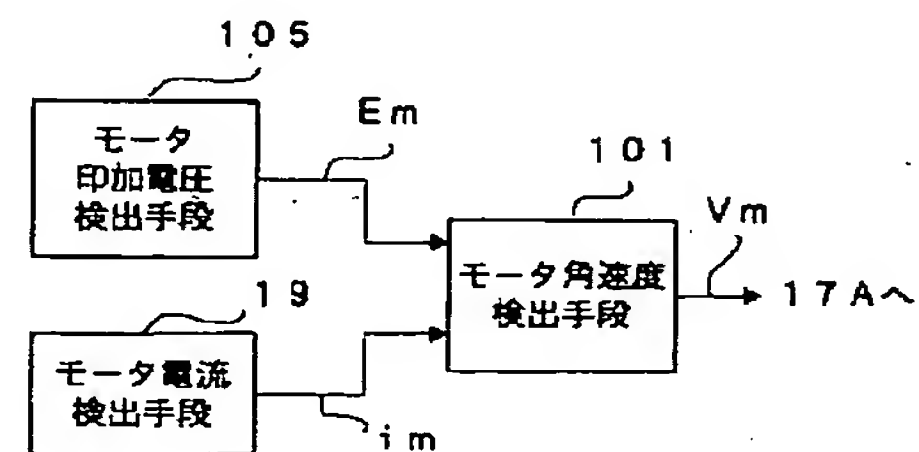
【図11】 この発明の実施の形態5による舵角検出手段の異常判定時の処理動作を示すフローチャートである。

【図12】 従来の電動パワーステアリング制御装置を示すブロック構成図である。

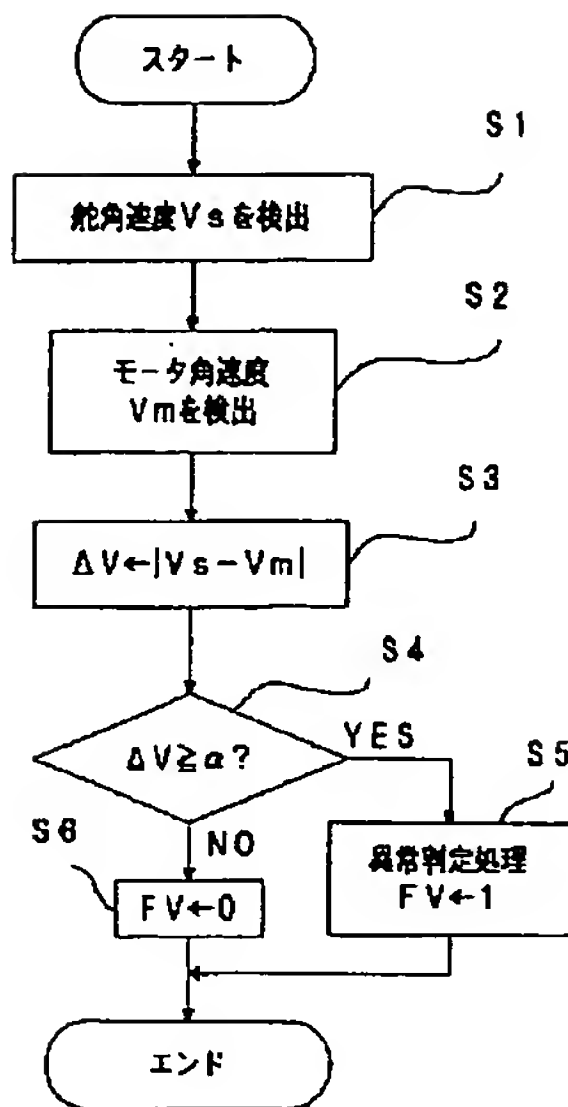
【符号の説明】

3 ステアリング機構、4 トルクセンサ、7 電動モータ、10 コントローラ、15 舵角検出手段、16 舵角速度検出手段、17A、17B 異常判定手段、101 モータ角速度検出手段、102 速度偏差検出手段、102B 角度偏差検出手段、104、104B 比較手段、201 モータ回転角度検出手段、 i_m モータ電流、 T_a 操舵補助トルク、 T_s 操舵トルク、 V_m モータ角速度、 V_s 舵角速度、 ΔV 速度偏差、 θ_m モータ回転角度、 θ_s 舵角、 $\Delta \theta$ 角度偏差、 α 、 β 比較基準値。

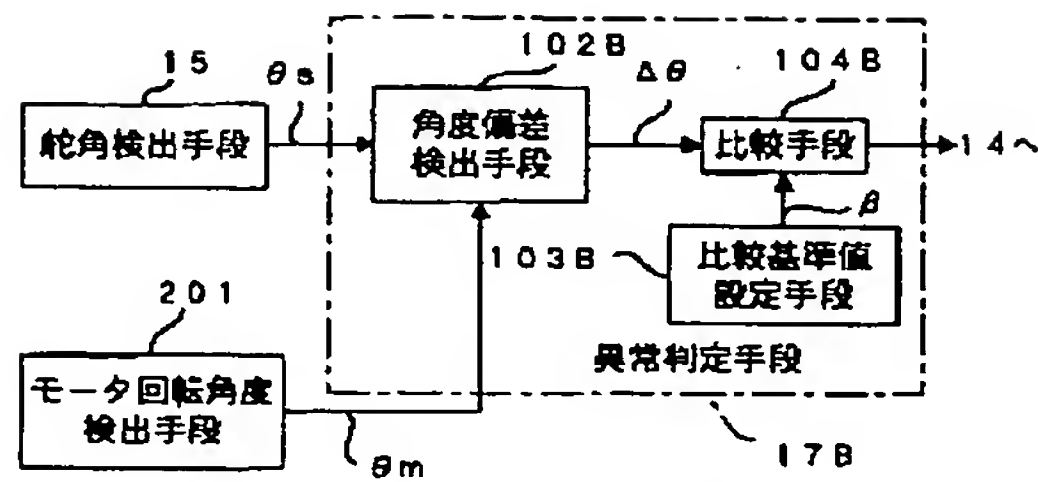
【図2】



【図3】

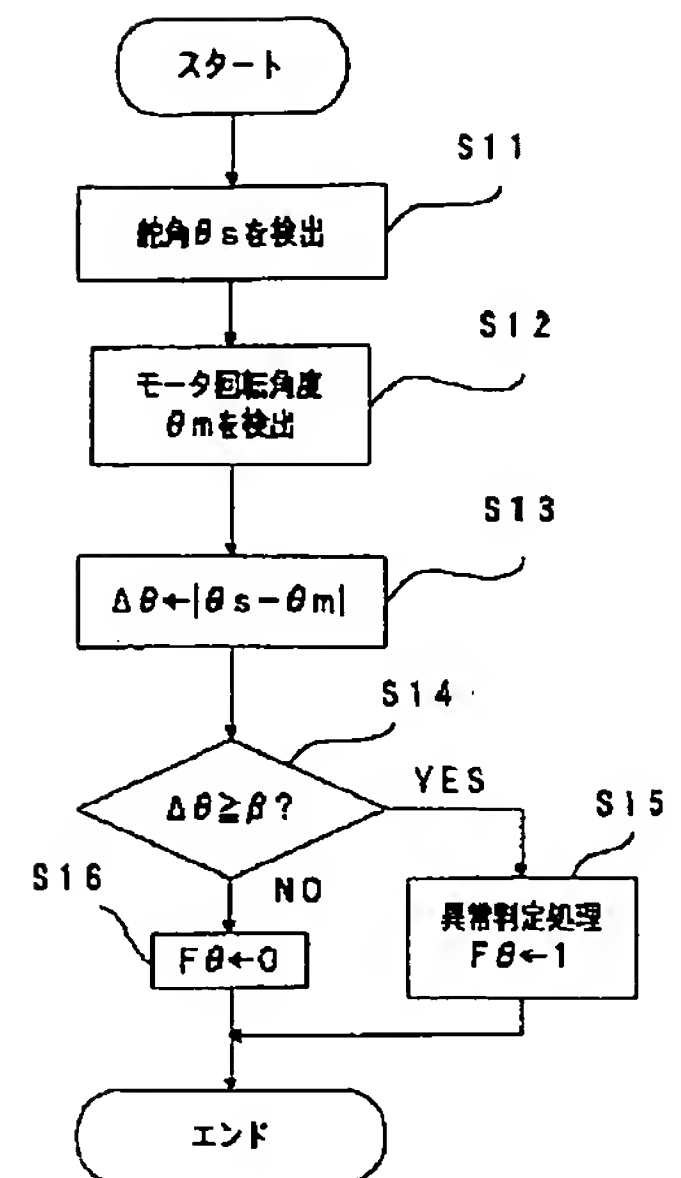


【図4】

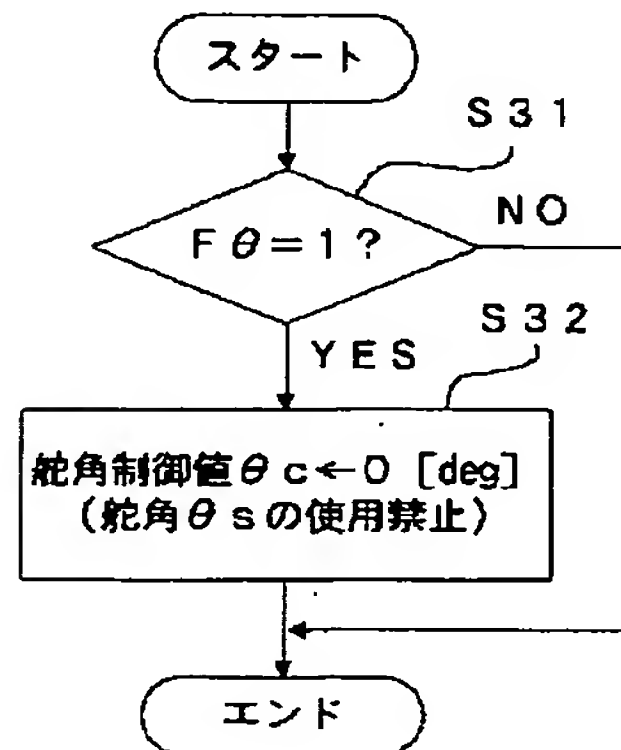


θ_m : モータ回転角度
 θ_s : 舵角
 $\Delta\theta$: 角度偏差
 β : 比較基準値

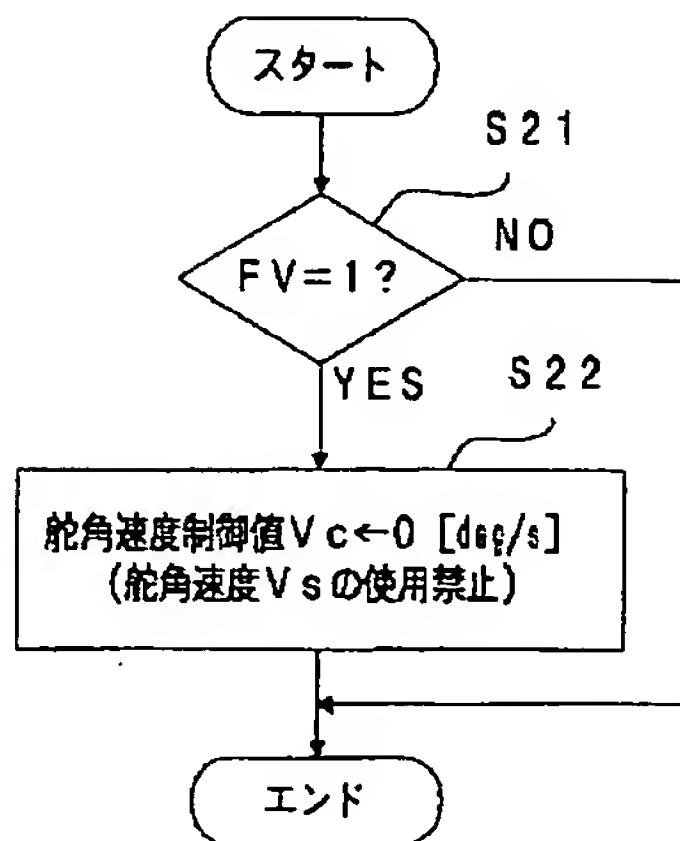
【図5】



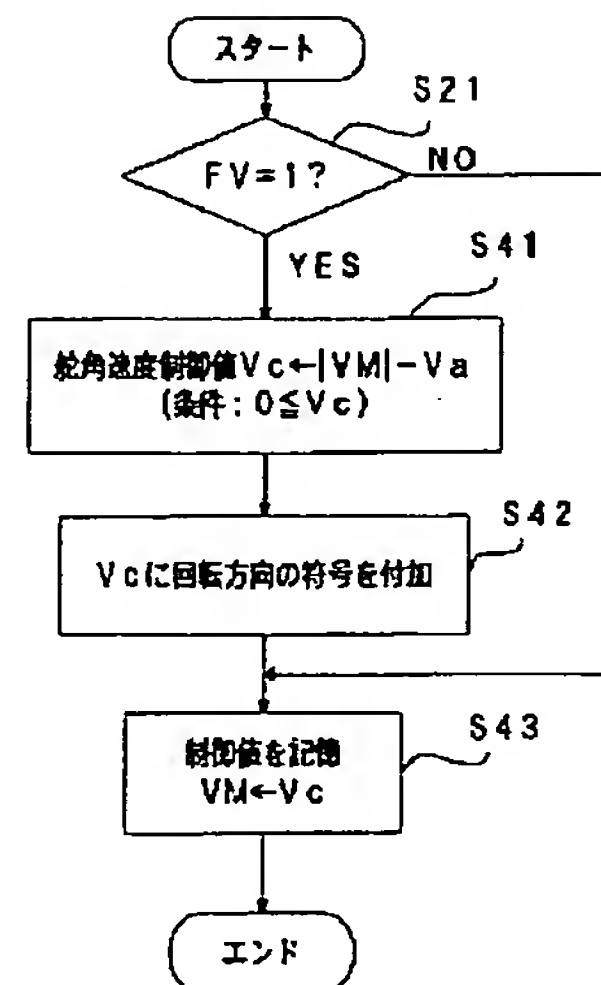
【図7】



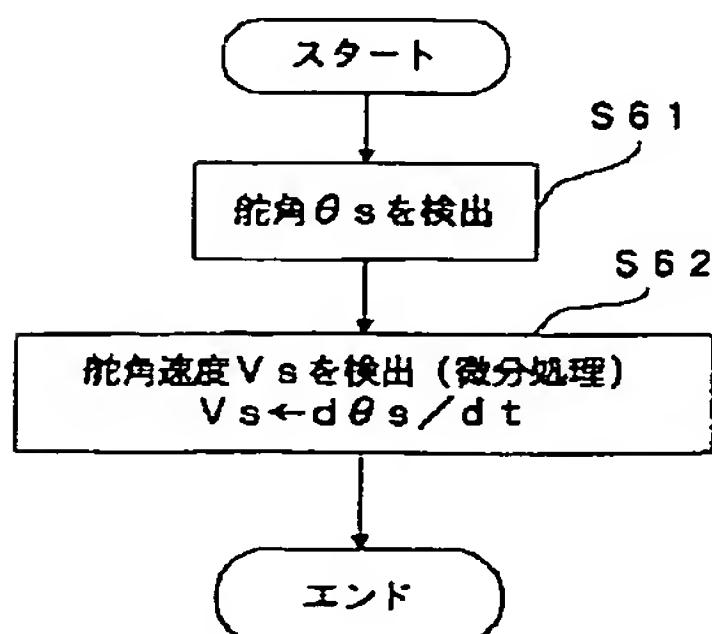
【図6】



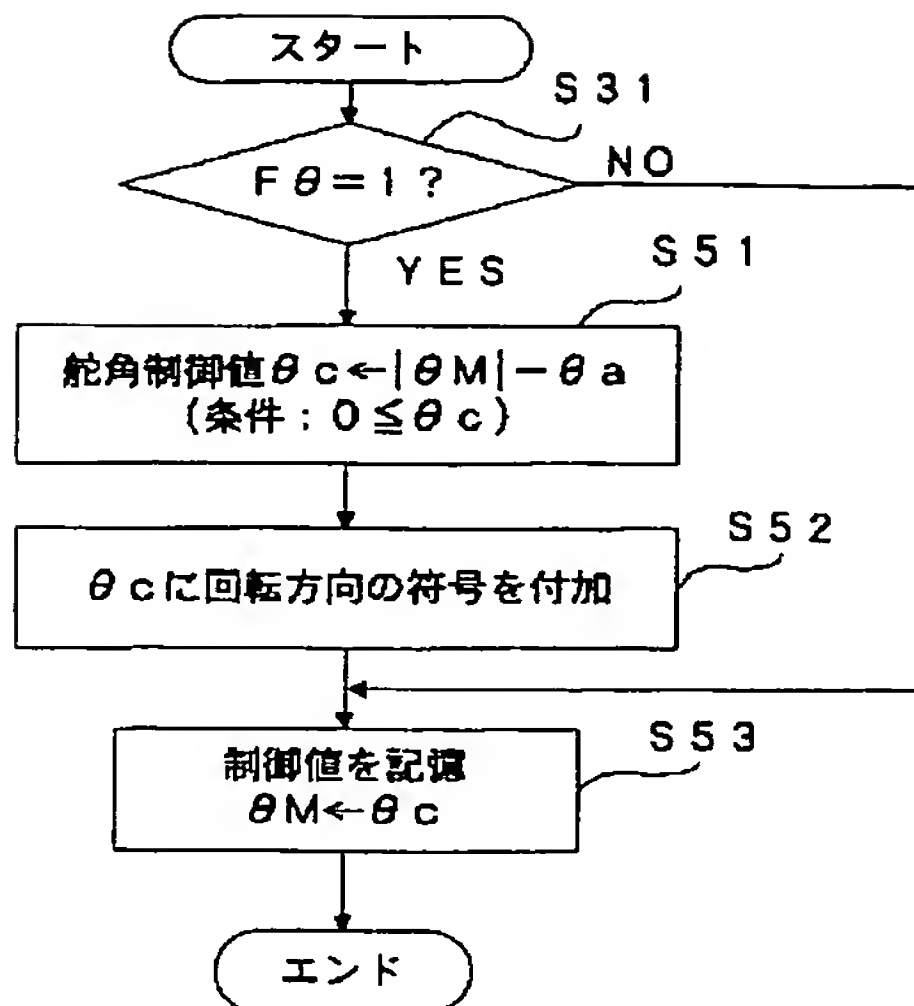
【図8】



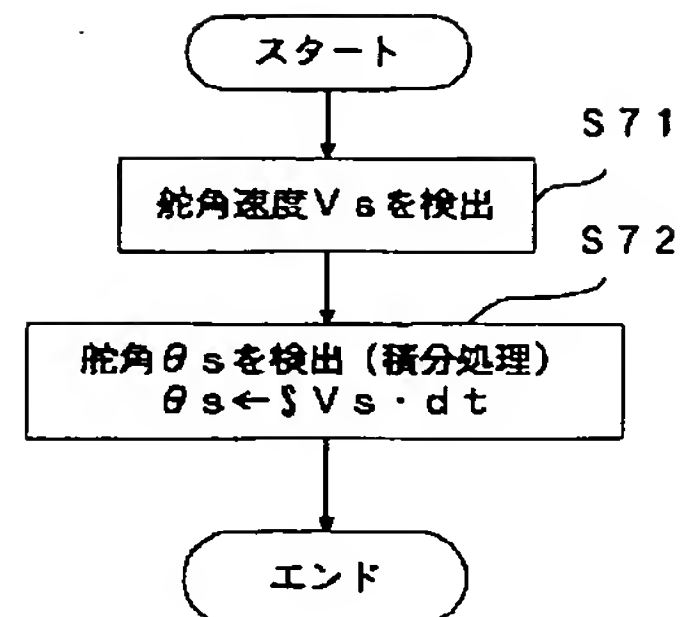
【図10】



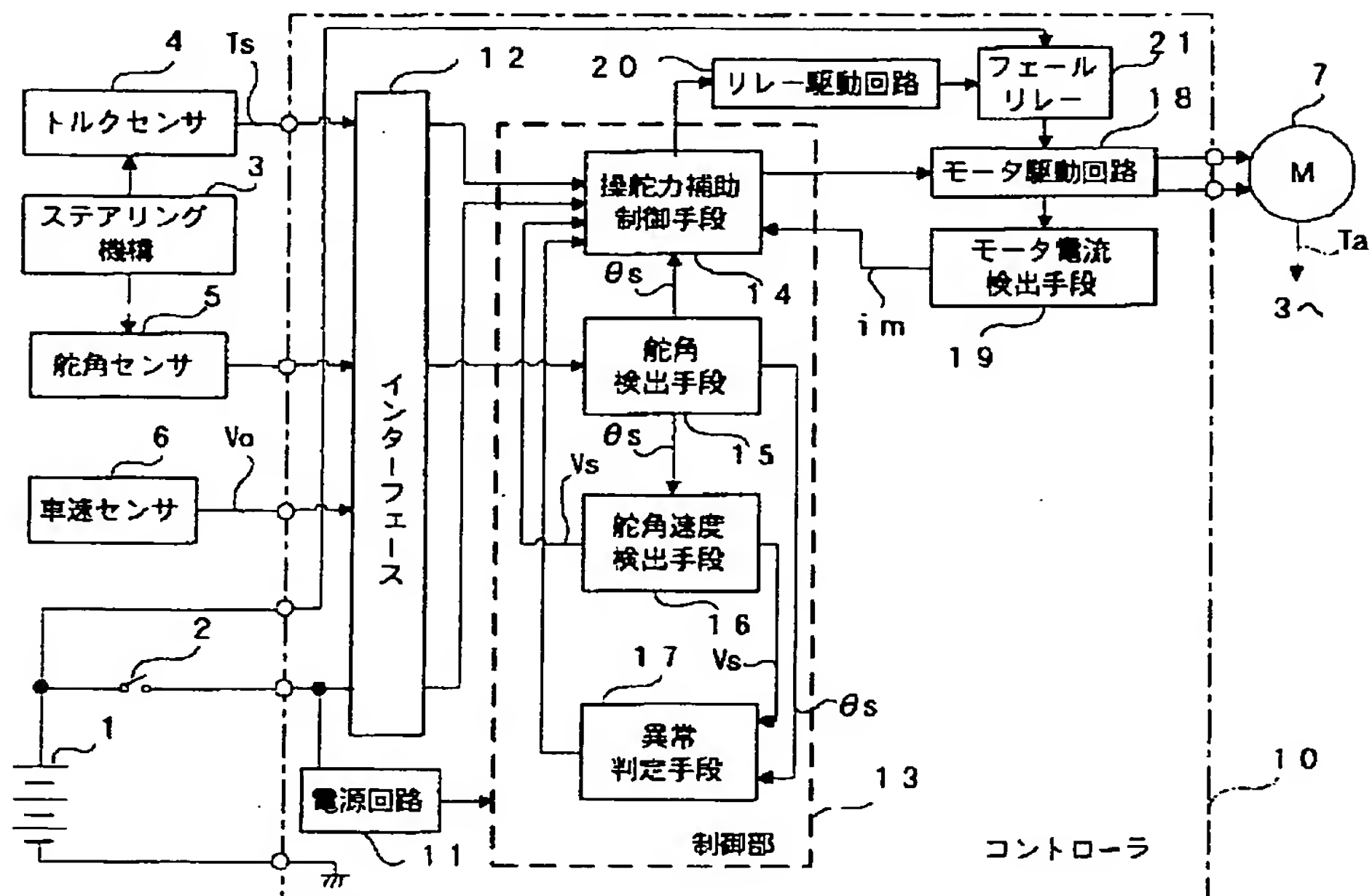
【図9】



【図11】



【図12】



i_m : モータ電流
 T_a : 操舵補助トルク
 T_o : 操舵トルク

フロントページの続き

(72)発明者 三浦 和宣

兵庫県神戸市兵庫区浜山通 6 丁目 1 番 2 号
三菱電機コントロールソフトウェア株式
会社内

(72)発明者 太田垣 滋樹

東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 三
菱電機株式会社内

F ターム(参考) 3D032 CC33 DA03 DA15 DA23 DA64
DC02 DC03 DC33 DE09
3D033 CA03 CA13 CA16 CA17 CA20
CA21 CA32